

Potensi Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Sains: Satu Tinjauan Terhadap Penyelidikan Lepas

Danakorn Nincarean A/L Eh Phon^{a*}, Mohamad Bilal Ali^a, Noor Dayana Abd Halim^a

^aDepartment of Educational Sciences, Mathematics and Multimedia Creative, Faculty of Education, Universiti Teknologi Malaysia, UTM, Johor Bahru, 81310, Johor, Malaysia

*Corresponding author: korneducational@gmail.com

Abstrak

Memang tidak dapat dinafikan bahawa, globalisasi dan inovasi dalam teknologi telah membawa kepada penggunaan teknologi yang meluas dalam hampir semua sektor, tidak terkecuali dalam bidang pendidikan. Sejak kebelakangan ini, penggunaan teknologi dalam bidang pendidikan semakin meluas dan berkembang pesat di seluruh dunia. Integrasi teknologi dalam bidang pendidikan sentiasa membuka peluang baru di mana kajian telah menunjukkan bahawa teknologi dapat meningkatkan pengalaman pengajaran dan pembelajaran. Terdapat pelbagai teknologi yang telah diintegrasikan ke dalam pelbagai disiplin pendidikan. Augmented Reality (AR), yang membenarkan gabungan dunia nyata dan maya, merupakan salah satu teknologi terkini yang berpotensi dan telah diaplikasikan dalam bidang pendidikan. Walau bagaimanapun, jika dibandingkan dengan teknologi lain seperti multimedia dan pembelajaran atas talian, kajian tentang penggunaan AR dalam pendidikan masih peringkat awal. Kebanyakan kajian yang berkaitan dengan AR direka untuk mengajar subjek sains dan lebih tertumpu kepada dimensi teknologi berbanding dimensi pedagogi. Oleh itu, untuk memahami bagaimana AR boleh membantu dalam pemahaman pembelajaran sains, kertas kerja ini akan melaporkan sorotan kajian mengenai maklumat tentang AR dan bagaimana ia digunakan serta potensinya dalam pendidikan sains.

Kata Kunci: Augmented Reality, pendidikan sains, dunia sebenar, dunia maya, pengajaran, pembelajaran

PENGENALAN

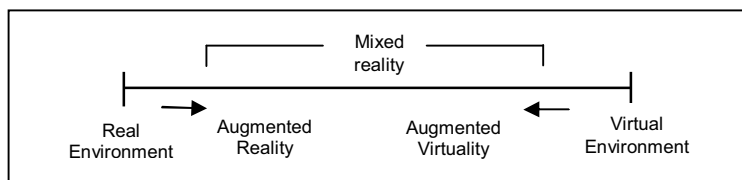
Dewasa ini, dunia kita mengalami pelbagai perubahan dan kesan globalisasi dikatakan merubah dunia kita lebih cepat dari apa yang kita bayangkan. Perubahan tersebut terdorong apabila teknologi berkembang dengan pesatnya selain dikatakan dapat meningkatkan kualiti hidup manusia, peranannya juga semakin diberi perhatian dan dirasakan oleh pelbagai sektor seperti telekomunikasi, perniagaan, pentadbiran, hiburan tidak terkecuali pendidikan. Dalam bidang pendidikan, teknologi merupakan salah satu faktor yang turut mempengaruhi pembaharuan dalam menyokong aktiviti-aktiviti pembelajaran (Craig, 2007) serta berpotensi dalam membantu menyampaikan pembelajaran yang bermakna kepada pelajar (Dillenbourg & Fischer, 2007). Transformasi dalam sistem pendidikan yang disebabkan oleh teknologi ini sudah pasti memberikan peluang yang menarik untuk menyediakan persekitaran pembelajaran yang realistik, autentik, menarik, menyeronokkan (Kirkley & Kirkley, 2004) serta dapat meningkatkan proses pembelajaran (Yelland, N. et.al. 1997), penglibatan pelajar dan pemahaman sesuatu kandungan pelajaran (Di Serio et al., 2012; Kreijns et al., 2013; Roca & Gagne, 2008), yang merupakan antara elemen yang akan menjurus kepada keputusan akademik yang lebih baik. Oleh demikian, menyedari hakikat tentang peranan dan kelebihan yang dimainkan oleh teknologi dalam pendidikan, semakin ramai penyelidik serta pengajar telah berminat dan memberikan perhatian untuk mengintegrasikan teknologi-teknologi yang muncul dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran (P&P). Kebelakangan ini, terdapat pelbagai teknologi yang telah diintegrasikan dalam arena pendidikan seperti penggunaan komputer, internet, e-pembelajaran, web sosial, simulasi dan antara teknologi terkini peranti mudah alih, teknologi imersif seperti dunia maya dan augmented reality (AR) (Dror, 2008; Martin et al., 2011).

Seperti yang dilaporkan oleh *New Media Consortium* (NMC) dalam *Horizon Reports* yang terbaru (NMC 2010, 2011 dan 2012), AR merupakan salah satu teknologi terkini yang mungkin berpotensi dan memberikan impak positif terhadap P&P. Walau bagaimanapun, jika dibandingkan dengan teknologi lain seperti multimedia dan pembelajaran atas talian, penyelidikan tentang penggunaan AR dalam pendidikan masih lagi di peringkat awal. Kebanyakan kajian yang berkaitan dengan AR direka untuk pembelajaran subjek sains dan memberi perhatian lebih kepada dimensi teknologi berbanding dimensi pedagogi. Oleh itu, untuk memahami bagaimana AR boleh membantu dalam pemahaman pembelajaran sains, kertas kerja ini akan melaporkan sorotan kajian mengenai maklumat tentang AR dan bagaimana ia digunakan serta potensinya dalam pendidikan sains.

DEFINISI AUGMENTED REALITY

Pendidik sentiasa mencari kaedah serta pendekatan baru yang lebih berkesan dan di luar kotak pemikiran biasa untuk meningkatkan kualiti P&P, dan sepertimana yang dinyatakan oleh Johnson, Smith, Willis, Levine and Haywood (2011) AR merupakan salah satu teknologi baru yang menjanjikan potensi yang besar untuk digunakan dalam dunia pendidikan kini. Walaupun kebelakangan ini AR semakin mendapat perhatian ramai, tetapi istilah AR masih di beri pentakrifan yang berbeza-beza oleh penyelidik dari bidang sains komputer dan teknologi pendidikan. Penciptanya (Milgram et al., 1994) mendefinisikan AR sebagai keadaan dimana pengguna dapat melihat gabungan objek maya dan dunia sebenar dalam masa nyata. Sekiranya dengan persekitaran maya yang dapat imersifkan pengguna sepenuhnya ke dalam persekitaran ciptaannya dan semasa imersif pengguna tidak dapat melihat persekitaran dunia nyata di sekelilingnya, di sebaliknya AR dari perspektif yang berbeza membolehkan pengguna untuk melihat persekitaran dunia nyata bersama-sama dengan objek maya yang dijanakan. Oleh itu, AR dikatakan penambahbaikan kepada persekitaran nyata bukan menggantikan dengan persekitaran baru. Selain itu, terdapat juga beberapa penyelidik yang memberikan definisi AR berdasarkan ciri-cirinya. Sebagai contoh Azuma (1997), Kaufmann (2003) dan Zhou et al. (2008) yang mendefinisikan AR berdasarkan tiga ciri-ciri yang dimiliki oleh AR iaitu: (a) gabungan elemen maya dan dunia sebenar, (b) dilarikan dalam masa nyata dan secara interaktif dan (c) di daftarkan dalam bentuk 3 Dimensi (3D). Takrifan yang hampir sama dicadangkan oleh Höllerer and Feiner (2004), yang mendefinisikan AR sebagai sistem yang menggabungkan maklumat sebenar dan maklumat yang dijanakan oleh komputer (objek maya) dalam persekitaran sebenar, berinteraksi dengan objek maya tersebut secara masa nyata, dan memaparkan orientasi objek maya yang selaras dengan objek sebenar.

Sementara itu, Ludwig dan Reimann (2005) menyatakan bahawa AR boleh didefinisikan sebagai interaksi manusia-komputer di mana berlakunya situasi menambahkan objek maya ke dalam persekitaran sebenar yang dipaparkan oleh kamera video dalam masa nyata. Dalam pada itu, menurut Klopfer dan Squire (2008), AR boleh ditakrifkan secara umum sebagai situasi di mana konteks dunia sebenar di tambahkan dengan maklumat atau objek maya. Terdapat juga penyelidik yang menakrifkan AR sebagai sistem yang umumnya menggabungkan maklumat seperti imej dan video streaming dari kamera web (Martin et al., 2011), manakala seperti yang di bincangkan oleh El Sayed et al., (2011) dalam artikel terbaru mereka, AR membawa maksud teknologi yang menambahkan objek maya dalam pemandangan sebenar menerusi paparan maklumat tambahan kepada maklumat yang tidak lengkap dalam dunia nyata. Walaupun kebelakangan ini teknologi AR semakin berkembang dan mendapat perhatian ramai tetapi tiada definisi yang konsisten digunakan (Mehler et al., 2011). Oleh itu untuk memahami konsep AR, definisi yang diterima dan dirujuk majoriti penyelidik sehingga kini adalah merupakan satu visualisasi yang dinamakan sebagai “*Milgram Reality-Virtuality Continuum*” (lihat Rajah 1.) yang dihasilkan oleh Milgram et al. (1994).

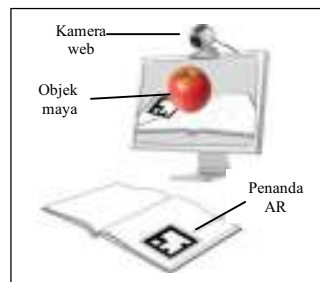


Rajah 1 Reality-Virtuality Continuum

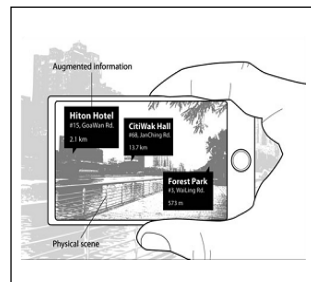
Reality-Virtuality Continuum merupakan skala yang terdiri daripada persekitaran yang benar-benar nyata (*reality*) yang kita boleh perhatikan semasa melihat dunia sebenar, kepada persekitaran yang sepenuhnya maya (*virtuality*). Di dalam continuum ini ruang di antara persekitaran sebenar dan persekitaran maya dinamakan sebagai realiti campuran (*mixed reality*, MR). Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1, MR dapat didefinisikan sebagai persekitaran dimana dunia sebenar dan dunia maya di gabungan bersama. MR terdiri daripada dua elemen utama: elemen pertama adalah AR dan *augmented virtuality* (AV). AR merupakan gabungan objek sebenar dan maya serta mengandungi sejumlah kecil maklumat maya manakala AV merupakan konsep di mana elemen sebenar (realiti) di tambahkan ke persekitaran maya dan mengandungi sejumlah besar maklumat maya. Pada pendapat penyelidik, kami mendefinisikan *Augmented Reality* atau lebih dikenali dengan panggilan AR sebagai satu sistem yang menggabungkan dunia sebenar dengan objek maya iaitu objek yang dihasilkan oleh komputer pada ruangan dunia sebenar.

KONSEP AUGMENTED REALITY

Dengan perkembangan teknologi yang pesat, kini konsep AR telah diperluaskan memandangkan terdapat pelbagai perisian dan perkakasan yang boleh digunakan untuk menghasilkan AR. Secara umumnya, terdapat dua jenis aplikasi AR yang telah dilaporkan dalam kajian Pence (2011) iaitu (1) AR berasaskan penanda (*marker based AR*) dan (2) AR tanpa penanda (*markerless AR*). Secara umumnya AR yang berasaskan penanda memerlukan penanda/label tertentu untuk mendaftarkan posisi objek maya 3D yang akan di paparkan di persekitaran dunia sebenar. Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2, sebuah buku AR, kamera web dan penanda merupakan antara peralatan asas aplikasi AR berasaskan penanda yang biasa digunakan. Penanda yang selalu digunakan adalah merupakan kad atau kertas berbentuk segi empat yang mana di atas kad tersebut mempunyai corak atau garisan tertentu. Dengan mengesan penanda AR pada buku menerusi rakaman kamera web, elemen maya kemudian akan dijanakan oleh perisian AR dan dipaparkan di skrin monitor.



Rajah 2 AR Berasaskan Penanda



Rajah 3 AR Tanpa Penanda

Di sebaliknya, berbeza dengan AR berasaskan penanda, AR tanpa penanda menggunakan data posisi atau lokasi yang dihasilkan oleh peranti mudah alih, sistem kedudukan global (GPS) atau mana-mana bahagian dalam persekitaran sebenar untuk menentukan lokasi dan sasaran, kemudian menjanakan dan memaparkan maklumat secara maya (Rujuk Rajah 3).

SAINS DAN AUGMENTED REALITY

Dalam arena pendidikan, motivasi boleh didefinisikan sebagai keinginan untuk melibatkan diri dalam persekitaran pembelajaran (Keller & Litchfield, 2002). Motivasi dan penglibatan pelajar dalam sesuatu pembelajaran sering dikaitkan dengan kesukaran sesuatu subjek tersebut (Bryan et al, 2011; Singh, et al, 2010). Walaupun sesetengah teknologi telah diaplikasikan ke dalam bidang pendidikan tetapi masih ada pelajar yang menghadapi kesukaran dalam memahami sesuatu isi kandungan pelajaran. Ramai pelajar dilihat mempunyai kesukaran apabila berhadapan dengan subjek yang mempunyai konsep yang kompleks serta memerlukan daya visualisasi yang tinggi (Shelton & Hedley, 2002) seperti Sains. Maka teknologi merupakan salah satu pilihan kepada penyelesaian masalah ini. Bagaimana pentingnya peranan teknologi dalam dunia pendidikan, begitu juga penting untuk mengkaji bagaimana teknologi boleh membantu pelajar untuk tujuan pembelajaran. Juga dalam pendidikan sains, semakin ramai penyelidik menumpukan perhatian untuk mengkaji dengan lebih dalam mengenai pembelajaran berbantuan teknologi. Ciri-ciri seperti imersif telah menimbulkan rasa minat di kalangan penyelidik untuk mengintegrasikan teknologi AR. Bermodalkan keupayaan dalam menambahkan maklumat maya ke dalam dunia sebenar, teknologi AR dilihat mempunyai potensi untuk menggalakkan pelajar belajar di dalam persekitaran yang autentik. Oleh itu, adalah amat penting untuk kita memberikan perhatian bagaimana teknologi AR boleh membantu pembelajaran sains. Berikut akan dibincangkan beberapa kajian yang telah mengintegrasikan teknologi AR ke dalam pembelajaran sains.

Secara umumnya, ramai pelajar yang mempunyai kesukaran apabila berhadapan dengan pembelajaran konsep hubungan bumi-matahari. Hal ini demikian disebabkan oleh pendekatan pembelajaran tradisional 2D yang mempunyai kelemahan apabila digunakan untuk menjelaskan dan menggambarkan sesuatu konsep yang kompleks. Oleh itu, Shelton dan Stevens (2004) menggunakan sistem AR yang berasaskan penanda dengan bantuan *head mounted display* (HMD) untuk menyediakan kaedah untuk memahami konsep spatial hubungan di antara bumi dan matahari dan juga untuk mengkaji perubahan konsep yang berlaku di dalam struktur pemikiran pelajar tentang konsep astronomi. Aktiviti pembelajaran yang digunakan adalah interaksi pelajar dengan enam jenis model maya. Pelajar juga boleh menyusunkan soalan semasa mereka sedang menggunakan isi kandungan maya tersebut. Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk memahami bagaimana pelajar belajar menerusi interaksi dengan isi

kandungan pelajaran maya. Interaksi dan aktiviti pelajar dengan AR dirakamkan dengan menggunakan video rakaman. Untuk menganalisis interaksi tersebut dan hubungannya dengan pembelajaran pelajar, mereka perlu mengenalpasti reaksi dan gerak tubuh badan/ fizikal pelajar. Untuk kajian ini mereka memberi perhatian lebih kepada komunikasi secara verbal dan gerak tubuh badan pelajar semasa menggunakan aplikasi AR yang dibangunkan. Dapatan kajian menunjukkan interaksi pelajar dengan aktiviti AR membawa kepada strategi pembelajaran yang baru. Pemahaman pelajar terhadap konsep hubungan bumi-matahari juga meningkat hasil daripada aktiviti dan tugas yang diberikan di dalam aplikasi AR tersebut. Walau bagaimanapun, dari 15 orang pelajar yang merupakan sampel kajian, hanya satu petikan transkrip pelajar sahaja yang telah dilaporkan dalam kajian mereka untuk menunjukkan bagaimana pengetahuan astronomi pelajar berubah selepas sesi aktiviti AR.

Selain itu, pelajar-pelajar sekolah rendah di UK sering diajar dalam kumpulan dan duduk di atas lantai di hadapan papan putih interaktif. Maka teknologi AR amat sesuai untuk senario ini dan juga murah kerana tidak memerlukan *head mounted display*, bersifat mudah alih dan agak mudah untuk dipasangkan. Kajian ini mengintegrasikan teknologi AR untuk tujuan pembelajaran konsep bumi dan matahari serta kejadian siang dan malam. Untuk memulakan aplikasi ini, kamera web merakam video dunia sebenar yang terdiri daripada pelajar-pelajar termasuk persekitaran di sekelilingnya dan menghantar video tersebut kepada papan putih. Pelajar-pelajar perlu memegang penanda AR yang menghala ke arah kamera web, seterusnya perisian akan mengesan dan mula mencari sekiranya terdapat objek yang berbentuk petak dalam setiap frame video tersebut. Jika terdapat petak yang dapat dikesan, perisian akan memaparkan objek 3D di atas penanda yang dipegang oleh pelajar-pelajar tersebut. Akhirnya, yang terpapar pada papan putih adalah pelajar-pelajar yang sedang memegang objek 3D yang dihasilkan secara maya oleh teknologi AR. Menerusi rakaman video, pengekodan suara, petikan dari interaksi di antara guru dan pelajar (contohnya, guru menanyakan soalan kepada pelajar). Kerawalla et al., (2006) melaporkan proses pembelajaran pelajar semasa menggunakan AR. Hasil dapatan kajian ini mendapati bahawa dalam sesi AR, pelajar jarang mendapat peluang untuk memanipulasi penanda AR itu secara sendiri dan menanyakan soalan kerana guru sentiasa membuat demonstrasi. Dalam pada itu, terdapat kelemahan lain yang didapati dari kajian ini iaitu dapatan kajian menunjukkan bahawa dari aspek proses pembelajaran dalam kajian ini menunjukkan pelajar yang menggunakan AR dilihat kurang melibatkan diri berbanding dengan mereka yang diajar dengan menggunakan kaedah tradisional seperti permainan berperanan (*role playing*) dan yang menggunakan bahan seperti buku cetakan biasa. Mereka menyatakan bahawa kemungkinan ini terjadi disebabkan oleh pelajar dalam sesi AR hanya diminta untuk melihat dan menerangkan sahaja animasi AR mengenai konsep bumi, matahari dan bulan. Berhadapan dengan masalah-masalah seperti ini, Kerawalla dan rakan-rakan mencadangkan sebuah sistem yang lebih fleksibel perlu dibangunkan untuk mengelakkan kelemahan sistem sedia ada yang hanya memerlukan pelajar sekadar melihat dan menerangkan apa yang berlaku. Selain itu, mereka juga tidak mengkaji prestasi pembelajaran pelajar setelah pelajar menggunakan AR dan membandingkan dengan prestasi pelajar yang menggunakan kaedah konvensional.

Bidang sains nuklear merupakan antara bidang yang mempunyai risiko yang tinggi terhadap kesihatan pengendalinya disebabkan oleh pendedahan yang kerap terhadap radioaktif. Sehingga kini tiada sistem sokongan yang boleh digunakan untuk mengelak dari kesan radiasi nuklear tersebut serta membantu pengendali yang menghadapi kesukaran dalam tugas yang kompleks serta mencabar ini. Maka tercetus satu idea Eursch (2007) untuk mengintegrasikan teknologi AR bagi membantu menyelesaikan masalah ini. Teknologi AR dapat menyediakan maklumat tambahan yang penting ke dalam pandangan pengendali secara langsung di persekitaran sebenar. Ciri-ciri ini membolehkan keselamatan kerja ditingkatkan. Sebagai contoh, AR dapat menggambarkan radiasi nuklear, memberi amaran jika diperlukan dan memberi isyarat di kawasan-kawasan yang berbahaya. Di samping itu, AR juga membekalkan pengendali dengan maklumat yang diperlukan untuk membantu mereka mengendalikan tugas, mengurangkan tekanan, meningkatkan keselesaan sewaktu bekerja dan dapat menyiapkan tugas dengan efektif. Lantaran itu, ia memungkinkan bagi pengendali supaya dapat meninggalkan persekitaran radioaktif lebih awal dan dapat mengurangkan masa pendedahan.

Di samping itu, antara projek AR lain yang melibatkan konsep sains adalah seperti AR yang digunakan untuk menjelaskan konsep asas bagi tumbuh-tumbuhan dan sistem solar (Liu et al., 2007). Dalam kajian ini 2 modul berkaitan dengan sistem solar dan tumbuh-tumbuhan dibangunkan dan digunakan untuk menyokong pembelajaran dalam kelas dan pembelajaran secara sendiri. Kajian ini melibatkan 2 peringkat utama iaitu kajian kualitatif dijalankan semasa pelajar menggunakan sistem solar (SMRS) kemudian kajian kuantitatif dijalankan dalam sistem tumbuhan (PMRS). Dalam projek SMRS, sekumpulan pelajar sekolah rendah yang terdiri daripada tiga pelajar lelaki dan empat pelajar perempuan secara sukarela untuk menyertai kajian ini sebagai responden. Mereka merupakan pelajar darjah enam (11-12 tahun) dan telah tamat dan selesai mengikuti modul sains darjah 5 pada tahun sebelumnya. Mereka dibahagikan kepada 3 kumpulan (A,B dan C) dan keseluruhan masa pembelajaran dibahagikan kepada empat sesi iaitu , demonstrasi, amali ringkas, tugas berasaskan interaksi dan sesi kumpulan fokus. Setelah

selesai menjalani sesi demonstrasi, amali ringkas kemudian tugas berasaskan interaksi, pelajar diminta untuk mengisi borang untuk mendapatkan maklum balas. Seterusnya, sesi kumpulan fokus dijalankan untuk membincangkan dan mendapatkan respon pelajar mengenai kebolegunaan dan kesenangan dalam menggunakan SMRS. Dua sesi terakhir dirakamkan dengan menggunakan alat perakam video. Pada keseluruhannya, pelajar mendapati sistem yang digunakan adalah berguna, mudah digunakan dan menyatakan bahawa mereka mahu menggunakannya lagi di masa hadapan.

Menurut Rosenbaum et al. (2007), pembelajaran sains boleh menjadi sesuatu yang menarik dan nyata menerusi simulasi. Menyedari hakikat tersebut, mereka telah membangunkan sebuah permainan yang mengaplikasikan konsep simulasi dan teknologi AR yang dinamakan sebagai *Outbreak @ The Institute*. Permainan ini berkonsepkan permainan berperanan (*role playing*) di mana pelajar akan memainkan peranan sebagai doktor, juruteknik perubatan dan pakar kesihatan awam untuk bersama-sama membantu mencegah penyebaran wabak penyakit di sekitar kampus universiti. Pemain boleh berinteraksi dengan watak-watak maya dan menggunakan ujian diagnostik dan ubat-ubatan maya. Mereka dicabar untuk mengenal pasti punca dan mencegah penyebaran penyakit yang boleh merebak di kalangan watak sebenar atau watak maya. Dalam kajian ini, mereka ingin menjawab beberapa persoalan kajian antaranya adalah persepsi sama ada pelajar merasakan permainan yang dimainkan itu autentik? Dapatan kajian menunjukkan pelajar merasakan diri mereka seolah-olah berada di dalam permainan tersebut seperti yang ditunjukkan menerusi verbal dan reaksi fizikal mereka terhadap penyakit maya di dalam permainan. Selain itu, pelajar juga merasakan mereka seakan-akan sedang memegang watak-watak yang diberikan tersebut secara nyata. Semasa temuramah dan bermain permainan, pelajar menunjukkan kesungguhan dan tanggungjawab terhadap peranan yang dipegang masing-masing. Rosenbaum dan rakan-rakan juga menegaskan bahawa peranan yang jelas, komunikasi, kolaborasi dan senario permainan yang menarik dapat meningkatkan motivasi pelajar untuk melibatkan diri dalam pembelajaran berasaskan AR. Sebagai kesimpulannya, dapatan kajian mereka menunjukkan bahawa pelajar merasakan diri mereka imersif dalam permainan simulasi AR iaitu pelajar merasakan seolah-olah diri mereka secara fizikalnya berinteraksi sendiri dengan persekitaran maya yang dihasilkan.

Selain itu, pada tahun 2007, Nischelwitzer et al. telah membangunkan sebuah aplikasi AR yang interaktif yang dinamakan sebagai *My Inside the Body Book* (MIBB) untuk pembelajaran kanak-kanak. Aplikasi AR ini melibatkan penggunaan buku fizikal yang digunakan sebagai antaramuka pengantara di antara dunia maya dan dunia nyata serta dibangunkan bertujuan untuk menyampaikan konsep sistem pencernaan manusia secara 3D kepada kanak-kanak. Dalam sistem ini, pengguna dapat berinteraksi dengan sistem dan memanipulasi gambar, menambah dan mengeluarkan organ dengan menggunakan butang yang dipasang di bawah buku. MIBB dibangunkan sebagai sebuah cerita yang interaktif yang membimbing pelajar sepanjang empat muka surat buku tersebut. Dalam cerita tersebut, terdapat tiga soalan mengenai sistem pencernaan manusia yang perlu dijawab: (1) Apakah peranan sistem pencernaan? (2) Organ manakah yang terlibat semasa proses pencernaan berlaku? (3) Bagaimana organ-organ tersebut mencerna makanan?. Kandungan buku disampaikan oleh suara lelaki dan perempuan dan disediakan mengikut kesesuaian kanak-kanak berumur 7 hingga 13 tahun. Sistem MIBB bermula apabila sistem mula mengesan penanda yang diletakkan di atas buku menerusi web kamera. Selepas beberapa maklumat asas mengenai sistem pencernaan dipaparkan, pengguna diminta untuk membuka mukasurat pertama di mana disini mereka boleh melihat tekak, salur udara dan perut dipaparkan. Semasa mendengar audio mengenai maklumat organ yang dipaparkan, pengguna diberikan peluang untuk menandakan komen ke atas organ dengan menggunakan butang merah atau mengasingkan organ-organ dengan butang kelabu pada pad kawalan yang disediakan. Untuk melihat organ-organ lain dalam sistem pencernaan pada muka surat berikutnya, pengguna perlu menjawab soalan yang berkaitan dengan organ yang dipaparkan pada masa tersebut. Untuk mengkaji keberkesanan MIBB, seramai 18 orang pelajar berumur 7 hingga 13 tahun dijemput untuk menyertai kajian ini sebagai responden. Selepas mereka selesai mengisi soal selidik untuk mengetahui pengetahuan sedia ada mengenai konsep pencernaan, 1 kumpulan pelajar yang terdiri daripada separuh dari keseluruhan responden diminta untuk menggunakan MIBB manakala kumpulan berikutnya diminta untuk membaca konsep pencernaan melalui buku cetakan biasa. Selepas kumpulan eksperimen menggunakan aplikasi MIBB dan kumpulan kawalan selesai membaca buku, responden sekali lagi diminta untuk menjawab soal selidik yang sama seperti sebelum ini. Analisis dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar yang menggunakan MIBB mencapai prestasi yang lebih baik mengenai sistem pencernaan berbanding pelajar yang hanya membaca buku sahaja. Hal ini demikian kerana kemungkinan disebabkan oleh organ-organ maya yang dipaparkan dalam bentuk tiga dimensi melalui MIBB dapat membantu meningkatkan pemahaman pelajar.

Dalam kajian Núñez et al., (2008), aplikasi AR yang berasaskan penanda yang disediakan dalam bilik multimedia dapat menyokong pelajar dalam membangunkan keupayaan spatial dan visualisasi berkaitan dengan pembelajaran kimia tak organik khususnya susunan struktur kristal. Dalam kajian ini melibatkan penggunaan komputer dan 6 kamera web yang disambungkan dengan kabel USB. Bilangan responden yang terlibat adalah

berjumlah 12 orang dan dibahagikan kepada 2 kumpulan. Setiap kumpulan dibekalkan dengan set penanda. Imej-imej yang diterima oleh kamera akan dipaparkan pada lokasi skrin di dalam kelas. Dengan cara ini, setiap pelajar dapat melihat dan memanipulasikan penanda yang dipegangnya dalam tangan. Pendapat pelajar secara umumnya mengatakan bahawa penggunaan AR untuk memahami struktur kristal adalah sangat berguna. Kebanyakan pelajar menganggap AR sebagai alat bantu mengajar yang efektif yang dapat membantu mereka memahami konsep yang dipelajari. Selain itu, majoritinya (70%) ingin menggunakan teknologi AR ini pada komputer peribadi di rumah.

Selain itu, AR juga berpotensi untuk merapatkan jurang di antara konteks pembelajaran formal dan informal. Sebagai contoh, projek CONNECT yang menggunakan AR dan teknologi lain untuk membangunkan taman tema sains berkonsepkan persekitaran maya. Persekitaran ini mempunyai dua mod iaitu: mod muzium dan mod sekolah. Dalam projek ini, pembelajaran sains di sekolah disambungkan kepada pengalaman pembelajaran lawatan ke muzium maya dengan penggunaan AR untuk memperkayakan daya visualisasi pelajar. Satu penilaian awal terhadap projek CONNECT menunjukkan bahawa persekitaran pembelajaran seperti ini memberikan impak positif dan mempengaruhi motivasi intrinsik pelajar untuk pembelajaran sains (Sotiriou & Bogner, 2008). Walau bagaimanapun, disebabkan oleh bilangan sampel yang kecil, dapatan ini perlu disokong dengan sampel yang lebih besar.

Dalam konteks AR tanpa penanda pula, kebanyakan pelajar menyatakan bahawa AR dapat merangsangkan motivasi yang tinggi serta mewujudkan persekitaran pembelajaran yang positif. Contohnya, Dunleavy et al., (2009) yang melaporkan bahawa pelajar dilihat mempunyai tahap penglibatan diri yang tinggi dan mungkin disebabkan oleh penggunaan mobil dan GPS sebagai bahan bantu mengajar, mengutip data di luar kelas, atau wujudnya sikap saling bergantung yang positif di kalangan ahli kumpulan. Dalam kajian ini mereka membangunkan permainan mobil AR yang dinamakan Alien Contact! yang direkabentuk untuk pembelajaran matematik, bahasa dan kemahiran saintifik di kalangan pelajar-pelajar sekolah menengah. Konsep aplikasi adalah berdasarkan senario di mana aliens telah mendarat di bumi dan pelajar-pelajar perlu bekerja di dalam kumpulan (4 pelajar 1 kumpulan) dengan membawa empat watak: ahli kimia, ahli cryptology, penggadam komputer, dan agen FBI. Pelajar perlu menyelesaikan masalah sains, matematik dan bahasa yang diberikan dan perlu mencari jawapan kenapa aliens mendarat di bumi. Walau bagaimanapun, terdapat kelemahan yang dikesan di dalam kajian ini iaitu pelajar mungkin mengalami beban kognitif yang tinggi disebabkan oleh jumlah bahan pembelajaran yang disampaikan oleh AR yang banyak dan juga tugas yang rumit. Selain itu, mereka juga melaporkan antara masalah yang berlaku adalah seperti isu GPS yang tidak berfungsi dengan baik, skrin yang terlalu terang dan persekitaran yang terlalu bising apabila berada di luar kelas. Akibatnya masalah-masalah ini mungkin dapat melemahkan keyakinan dan motivasi pelajar untuk melibatkan diri dalam aktiviti yang dijalankan.

Di samping itu, Hsiao (2010) telah memperkenalkan pendekatan baru untuk menyampaikan AR dalam persekitaran pembelajaran dengan membangunkan sebuah sistem yang dinamakan sebagai *Chemistry Augmented Reality Learning System* (CARLS). Sistem ini menggabungkan 3 jenis aktiviti fizikal iaitu kecergasan aerobik, kecergasan otot dan kecergasan fleksibiliti. Responden kajian ini terdiri daripada pelajar-pelajar dari 5 buah sekolah seramai 673 orang yang berumur diantara 13 hingga 14 tahun dan mereka dibahagikan kepada 4 kumpulan. Tiga kumpulan pertama (kumpulan eksperimen) menjalankan proses pembelajaran dengan menggunakan sistem CARLS dan setiap kumpulan menggunakan aktiviti fizikal yang berlainan manakala kumpulan kawalan menggunakan papan kekunci dan tetikus untuk mengendalikan komputer. Kajian ini ingin mengkaji perubahan dari aspek prestasi akademik dan juga sikap pelajar terhadap pembelajaran sains hasil daripada penggunaan CARLS. Berdasarkan hasil dapatan kajian, didapati pelajar-pelajar yang menggunakan ketiga-tiga jenis aktiviti fizikal bersama-sama dengan CARLS menunjukkan prestasi akademik yang lebih tinggi berbanding kaedah konvensional seperti penggunaan papan kekunci dan tetikus. Selain itu, pelajar dalam kumpulan AR dengan aktiviti fizikal jenis kecergasan otot menunjukkan perubahan sikap yang lebih positif terhadap pembelajaran sains berbanding mereka yang menggunakan papan kekunci-tetikus. Selain itu, manfaat tambahan yang didapati dalam kajian ini adalah ianya menunjukkan bahawa pendekatan yang digunakan dapat membantu pelajar untuk mendapat kecergasan dari segi fizikal semasa belajar. Walaubagaimanapun, kajian ini tidak membuktikan di antara aktiviti fizikal dalam CARLS tersebut, aktiviti mana yang meningkatkan keupayaan pelajar tertentu.

Selain itu, pada tahun 2011, Koong Lin dan rakan-rakan membangunkan sistem pembelajaran interaktif yang berasaskan AR yang dinamakan sebagai *Interactive Augmented Reality Learning System* (IARLS) bertujuan untuk membantu pelajar di Taiwan untuk belajar tentang kepentingan pemuliharaan ikan. Dalam sistem ini, pada mulanya pelajar mesti memahami isi kandungan yang berkaitan dengan spesies ikan air tawar yang disediakan dalam buku AR terlebih dahulu. Video pengajaran akan dipaparkan melalui buku AR tersebut. Sistem akan memaksa pelajar untuk belajar dimana permainan hanya akan bermula setelah pelajar selesai menjalani keseluruhan proses pembelajaran melalui buku AR. Selepas pelajar melihat video instruksi berkaitan dengan pemuliharaan ikan melalui buku AR, pelajar perlu menggunakan pancing sebagai alat untuk berinteraksi dengan avatar (sebagai contohnya

membuang atau mengeluarkan objek pencemar dari sungai) dimana ia di janakan oleh kamera web yang mengesan beberapa penanda yang disediakan. Untuk bahagian penilaian sistem, ianya dinilai berdasarkan perspektif pengguna melalui soal selidik yang diedarkan dan juga sesi temubual selepas pelajar menggunakan sistem IARLS ini. Hasil dapatan kajian dari penilaian ini menunjukkan bahawa sistem yang dibangunkan mempunyai kebolegunaan yang baik, pelajar dilihat seronok apabila berinteraksi dengan sistem dan sistem IARLS diterima baik oleh pelajar-pelajar. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa kelemahan yang dilaporkan seperti sistem dikatakan sedikit rumit. Pelajar merasakan prosedur untuk menggunakan sistem adalah sedikit kompleks kerana mereka perlu belajar dan melihat video pengajaran dari buku AR terlebih dahulu, kemudian perlu menggunakan pancing untuk bermain dalam permainan. Walaupun ianya merupakan sistem pembelajaran yang ringkas dan seronok, tetapi prosedurnya agak kompleks. Selain itu, mereka juga memerlukan bantuan dari staf teknikal kerana walaupun pelajar-pelajar ini telah mengikuti kursus teknologi maklumat dan juga e-pembelajaran tetapi mereka agak baru dengan teknologi AR dimana terdapat beberapa pelajar dilihat tidak tahu bagaimana untuk memanipulasi dan menggunakan sistem dan buku AR.

Dalam pada itu, pada tahun 2011, O'Shea et al. membangunkan sebuah permainan AR yang dinamakan *Gray Anatomy* yang direkabentuk dan diubahsuai mengikut apa yang dicadangkan dalam kes Alien Contact! sebelum ini untuk meningkatkan kualiti aktiviti pembelajaran. Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji dapatan yang di dapati dari hasil rekabentuk semula AR tersebut. Pada permulaan permainan ini, satu senario dimana seekor ikan paus telah terkandas di pantai di paparkan. Pelajar-pelajar di dalam kumpulan masing-masing dikehendaki untuk menemuramah avatar, memeriksa objek maya dan cuba menyelesaikan masalah matematik dan bahasa untuk mengetahui bila dan kenapa ikan paus tersebut terkandas. Dapatan positif dan negatif hasil dari pengubahsuaian di nilai melalui keadah kajian kualitatif terhadap cara bermain permainan dan video temuramah yang dirakamkan. Setelah di analisis, dapatan kajian menunjukkan secara umumnya hasil pengubahsuaian mewujudkan persekitaran pembelajaran yang positif. Walau bagaimanapun, O'Shea dan rakan-rakan mendapati jika interaksi dengan objek maya dikurangkan ia boleh membantu masalah beban kognitif yang tinggi di kalangan pelajar. Dapatan yang boleh disimpulkan dalam ini adalah didapati bahawa penggunaan mobil yang mempunyai fungsi GPS, peluang untuk mengumpul data di luar kelas, dan interaksi antara peranan permainan dalam kumpulan merupakan faktor yang penting bagi menggalakkan pelajar supaya terus melibatkan diri dalam aktiviti yang berasaskan AR.

Di samping itu, Salvador-Herranz et al. (2011) telah menjalankan kajian rintis melibatkan penggunaan AR sebagai alat bantu mengajar bagi topik Sains di kalangan pelajar-pelajar darjah tiga. Terdapat enam aplikasi AR dibangunkan yang merangkumi topik: sistem rangka manusia, kitaran air, metamorfosis katak, sistem solar, sistem deria, dan tumbuhan. Objektif utama aplikasi ini dibangunkan adalah untuk membantu pelajar mempelajari konsep-konsep yang kompleks dan sukar untuk difahami. Kajian mereka cuba untuk memberikan pelajar pengalaman yang baru dengan melibatkan penggunaan teknologi AR dalam bidang pendidikan seperti mana yang dilakukan dalam kajian Kerawalla et al., (2006). Dalam kajian ini aplikasi AR menggabungkan elemen-elemen seperti model-model 3D, animasi, permainan mini dan kuiz yang boleh digunakan untuk menyokong dan menguatkan lagi penjelasan pengajar. Jika ditinjau dari aspek penilaian pula, dua parameter diambil kira iaitu dari segi pencapaian akademik dan kepuasan. Kaedah yang digunakan untuk menilai pencapaian akademik adalah menggunakan reka bentuk kuasi-eksperimental yang melibatkan responden seramai 21 orang pelajar (12 lelaki dan 9 perempuan) darjah tiga di sebuah sekolah rendah. Sementara itu, untuk menilai kepuasan pelajar terhadap penggunaan AR, satu soal selidik skala likert 5 aras (diwakili oleh ikon senyum) digunakan. Secara umumnya, keputusan menunjukkan AR mampu memberikan kesan yang positif terhadap pencapaian akademik dan mendapat tahap kepuasan yang tinggi dikalangan pelajar.

Pada waktu yang sama, Elliot dan Mikulas (2011) menjalankan satu kajian bertujuan untuk menentukan sama ada penggunaan animasi AR dapat meningkatkan kemahiran dan pengetahuan dalam pembelajaran Sains berbanding dengan mereka yang hanya menggunakan buku dan mereka yang tidak menggunakan apa-apa. Dalam hal ini juga, mereka ingin menentukan sama ada faktor jantina dan etnik memainkan peranan dalam meningkatkan prestasi pembelajaran Sains selepas menggunakan alat bantu mengajar yang disediakan. Untuk menggunakan program ini, pelajar membaca buku di hadapan komputer supaya kamera web dapat mengesan penanda AR dengan jelas. Apabila kamera web mula mengesan penanda yang terdapat pada halaman-halaman tertentu, animasi AR akan dipaparkan di skrin komputer bersama-sama dengan suara latar dan juga muzik. Menerusi AR yang dibentangkan, pelajar boleh menggerakkan buku dari kiri ke kanan, memutarakan dan mendongakkan dan imej akan bergerak dan mengubah kedudukan bersama-sama dengan buku tersebut. Sampel yang terlibat dalam kajian ini merangkumi sejumlah 329 pelajar dari enam buah sekolah di Amerika Syarikat. Pelajar-pelajar tersebut di bahagikan kepada tiga kumpulan rawatan. Kumpulan rawatan pertama pelajar menggunakan buku dan animasi AR; Kumpulan rawatan kedua hanya menggunakan buku dan Kumpulan kawalan tidak menggunakan sebarang alat bantu mengajar sama ada buku atau

AR. Dengan menggunakan rekabentuk kajian kuasi-eksperimental ujian pra dan pasca, kajian ini dijalankan selama lima minggu kemudian ujian pra dan pasca di antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dibandingkan. Prestasi pelajar dalam pembelajaran Sains diukur dengan membandingkan skor 30 soalan ujian pra yang berkaitan dengan sains yang diedarkan di awal kajian dengan skor 30 soalan ujian pasca yang diedarkan di penghujung kajian. Keputusan kemudian dibandingkan dengan menggunakan analisis ANCOVA. Hasil dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar yang menggunakan buku dan animasi AR menunjukkan prestasi pembelajaran Sains yang lebih baik berbanding mereka yang hanya menggunakan buku atau tidak menggunakan apa-apa. Dapatan kajian juga menunjukkan faktor jantina dan etnik tidak memberikan kesan terhadap prestasi pembelajaran pelajar.

Disebabkan oleh kurang melakukan senaman atau aktiviti fizikal, kebimbangan terhadap tahap kesihatan remaja semakin mendapat perhatian di Taiwan. Jadual yang padat dalam persekitaran pembelajaran sekarang dan kurang senaman fizikal telah menjadi suatu masalah yang penting. Maka belajar sambil bersenam mungkin menjadi salah satu daripada penyelesaian kepada masalah ini. Sejajar dengan itu, tercetus satu idea bagi Hsiao et al., (2012) untuk menjalankan kajian dan membangunkan sistem yang dapat menyokong hasrat ini. Kajian mereka merangkumi pembangunan *Ecosystems Augmented Reality Learning System* (EARLS) dan membandingkannya dengan kaedah *keyboard/mouse-based computer assisted instruction* (KMCAI) serta kaedah pengajaran tradisional bersemuka (*face to face*) dalam aspek pencapaian pembelajaran dalam bidang sains dan sikap pelajar. Justifikasi yang diberikan mengapa mereka memilih subjek sains adalah disebabkan oleh pelajar-pelajar di Taiwan menilai diri mereka sebagai kurang keyakinan dalam mempelajari sains. Kajian ini melibatkan responden seramai 1211 pelajar yang dibahagikan kepada 5 kumpulan. Pelajar dalam kumpulan pertama menggunakan EARLS tetapi didedahkan dengan bahagian-bahagian yang berlainan di dalam sistem. Dalam aspek pencapaian pembelajaran, kumpulan belajar sambil bersenam mempelajari sebanyak sama seperti yang diberikan dalam kumpulan KMCAI dan kumpulan tradisional. Salah satu daripada tujuan utama kajian ini adalah untuk membantu memudahkan konsep “belajar sambil bersenam”. Teknologi baru seperti AR di gunakan dalam pembelajaran untuk membolehkan pelajar untuk berinteraksi secara langsung dengan sistem komputer melalui gerak badan dan pergerakan. Kandungan yang dimasukkan dalam EARLS adalah berkaitan dengan kurikulum sains bagi topik Ekosistem bagi pelajar-pelajar gred tujuh di Taiwan. Dalam EARLS, teknologi AR digunakan khasnya untuk tujuan pembelajaran dimana pelajar boleh menggunakan pergerakan badan untuk berinteraksi dengan sistem AR. Pergerakan badan digunakan bertujuan untuk meningkatkan kadar senaman fizikal pelajar dan pada masa yang sama juga dapat belajar dan mendapat pengetahuan dari kandungan kurikulum yang disediakan dalam sistem AR tersebut.

Terbaru dalam satu lagi kajian lain, Cascales et al., (2013) menggunakan teknologi AR sebagai alat bantu mengajar dalam topik binatang yang merupakan salah satu topik dalam matapelajaran Sains. Kajian ini melibatkan dua kumpulan dimana setiap kumpulan dibahagikan kepada 18 orang pelajar yang berumur dalam lingkungan 4 hingga 5 tahun dari sebuah sekolah di Spain kedua-dua kumpulan mempunyai guru yang sama. Satu kumpulan dipilih sebagai kumpulan kawalan manakala satu kumpulan lagi dijadikan sebagai kumpulan eksperimen. Reka bentuk kajian yang digunakan adalah reka bentuk ujian pasca kumpulan kawalan tidak setara (*Non-equivalent group posttest only*). Jenis rekabentuk ini melibatkan 1 kumpulan (kumpulan eksperimen) menerima rawatan (teknologi AR) manakala 1 kumpulan lagi (kumpulan kawalan) tidak menggunakan AR. Aplikasi AR yang dibangunkan mempunyai dua mod iaitu “Penyampaian” dan “Pembelajaran”. Objektif utama aplikasi ini adalah bertujuan untuk membantu guru dalam menjelaskan kepada pelajar terhadap konsep klasifikasi haiwan vertebrata, pengelasan sama ada haiwan berkenaan berdarah panas atau berdarah sejuk, jenis-jenis pembiakan serta maklumat-maklumat lain secara terperinci mengenai haiwan. Hasil dapatan kajian menunjukkan majoriti pelajar di dalam kumpulan eksperimen menyatakan bahawa penggunaan AR merupakan alat bantu mengajar yang baik dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Selain itu, AR juga dilihat dapat menyokong pembelajaran aktif dikalangan pelajar serta menunjukkan prestasi akademik yang lebih baik berbanding dengan mereka yang tidak menggunakan AR. Pada waktu yang sama, kualiti pengajaran juga dapat ditingkatkan dengan penggunaan AR kerana teknologi seperti ini dapat mewujudkan persekitaran yang seronok dan menarik bagi pelajar mahupun guru.

POTENSI AR

AR menyediakan interaksi gabungan di antara persekitaran nyata dan maya yang merupakan sesuatu yang tidak dapat dilakukan dan di capai dalam persekitaran maya yang lain. Keunikan yang ada pada AR adalah keupayaan dalam menjanakan objek atau maklumat maya ke atas persekitaran dunia nyata (Arvanitis et al., 2007; Dunleavy et al., 2009). Contohnya salah satu cara untuk merapatkan jurang antara dunia maya dan dunia nyata adalah menerusi buku AR. Seseorang yang membaca buku AR dengan bantuan kamera web akan dapat melihat animasi 3D secara langsung dari halaman-halaman buku tersebut. Oleh demikian, buku AR mempunyai potensi yang besar untuk menyediakan pelajar dengan persekitaran pembelajaran yang interaktif. Sistem AR dapat membantu

pelajar dalam menggambarkan konsep sains yang abstrak atau fenomena yang sukar untuk dilihat dan diperhatikan seperti astronomi, aliran udara, medan magnet atau hubungan spatial di antara struktur-struktur kimia. Ia juga membantu proses pengajaran bagi subjek-subjek dimana pelajar tidak dapat melakukannya di alam yang nyata (Shelton & Hedley, 2002). Oleh itu, kelebihan yang ada pada AR ini berpotensi untuk membantu memvisualisasikan konsep yang abstrak maka secara langsung ianya dapat meningkatkan pemahaman pelajar.

Sementara itu AR juga sering dikaitkan dengan rasa kehadiran (*presence*), pengalaman secara langsung (*immediacy*) dan keasyikan (*immersion*). AR boleh menyediakan ruang pengantara yang memberikan pelajar rasa seperti berada di tempat yang sama dengan orang lain. Rasa kehadiran boleh meningkatkan rasa penglibatan pelajar di kalangan komuniti pelajar itu sendiri (Squire & Jan, 2007). Selain itu, sistem AR juga boleh memberikan maklum balas pada masa nyata dan memberikan isyarat lisan dan bukan lisan untuk meningkatkan pengalaman secara langsung pelajar (Kotranza et al., 2009). Tambahan pula, AR juga boleh memberikan pelajar dengan rasa keasyikan, yang merupakan tanggapan subjektif bahawa seseorang itu seolah-olah sedang mengambil bahagian dalam pengalaman yang komprehensif dan realistik (Dede, 2009).

Dalam pada itu, AR mempunyai potensi untuk menggalak, merangsang, memotivasi dan meningkatkan penglibatan pelajar dengan melihat dan memanipulasi bahan-bahan pembelajaran dari pelbagai sudut yang berbeza (Kerawalla et al., 2006). Selain itu, AR juga dikatakan sebagai berpotensi untuk menggalakkan kolaborasi di antara pelajar dengan guru atau sesama pelajar lain (Billinghurst, 2002), mengasah kreativiti dan juga imaginasi pelajar (Klopfer & Yoon, 2004), membenarkan pelajar untuk mengatur dan mengawal sendiri pembelajaran mereka (Hamilton & Olenewa, 2010) dan membina persekitaran pembelajaran autentik yang sesuai dengan pelbagai gaya pembelajaran pelajar (Classroom Learning with AR, 2010).

KESIMPULAN

Dalam bidang pendidikan, usaha mempertingkatkan keberkesanan integrasi teknologi dalam P&P terus dijalankan bagi melahirkan modal insan yang professional menerusi sistem pendidikan yang berkualiti dan sentiasa peka dengan perkembangan teknologi semasa. Seiring dengan perkembangan zaman, kini teknologi telah berkembang pesat dan semakin canggih. Dengan keadaan sedemikian membuatkan kebanyakan pendidik ingin menggunakan teknologi baru untuk meningkatkan pembelajaran pelajar. AR merupakan antara teknologi terkini yang mempunyai potensi yang besar dan semakin dikenali oleh penyelidik dalam bidang pendidikan. Dengan keupayaan menggabungkan dunia maya dan nyata secara bersama telah berjaya menghasilkan satu pendekatan baru untuk mempertingkatkan kualiti aktiviti P&P yang dijalankan. Ramai penyelidik berpendapat bahawa AR sangat berpotensi dan mampu memberikan manfaat yang besar untuk diaplikasikan ke dalam persekitaran pengajaran dan pembelajaran terutamanya dalam bidang Sains (Billinghurst, 2002; Klopfer & Squire, 2008; Shelton & Hedley, 2002).

Menyedari hakikat bahawa teknologi AR masih boleh diperkembangkan lagi maka kajian lanjutan perlu dijalankan oleh penyelidik lain dalam beberapa cara. Antaranya adalah para penyelidik disarankan untuk menjalankan kajian yang dapat menonjolkan kelebihan AR dari perspektif psikologi dan digalakkan untuk mengkaji isu-isu tambahan seperti kebolegunaan perisian, ciri-ciri pelajar dan hubungannya dengan penggunaan AR. Selain itu, penyelidikan-penyelidikan dengan rekabentuk kajian yang lebih sistematik beserta analisis yang lebih terperinci juga diperlukan untuk mengkaji kesan pembelajaran dengan menggunakan AR. Di samping itu, potensi AR juga perlu diperluaskan lagi dengan melaksanakannya terhadap populasi yang berlainan termasuk pelajar-pelajar yang berlainan upaya.

RUJUKAN

- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., et al. (2007). Human Factors And Qualitative Pedagogical Evaluation Of A Mobile Augmented Reality System For Science Education Used By Learners With Physical Disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243 – 250.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey Of Augmented Reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4), 355 – 385.
- Billinghurst, M. (2002). Augmented Reality in Education. *New Horizons for Learning*, December 2002. (Atas talian) dari <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm> September 20, 2013
- Bryan R. R., Glynn S.M. & Kittleson J. M. (2011). Motivation, Achievement, And Advanced Placement Intent Of High School Students Learning Science. *Sci. Ed.*, 95: 1049–1065.
- Cascales, A., Laguna, I., Pérez-López, D., Perona, P., & Contero, M. (2013). An Experience on Natural Sciences Augmented Reality Contents for Preschoolers. In *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications* 103-112. Springer Berlin Heidelberg.

- Classroom Learning with AR (2010). Trends in EdTech wiki. (Atas talian) dari <http://augreality.pbworks.com/Classroom-Learning-with-AR> July 12, 2013
- Craig, A., & Mc Grath R (2007). Augmenting Science Texts with Inexpensive Interactive 3D Illustrations.
- Dede, C. (2009). Immersive Interfaces For Engagement And Learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dillenbourg, P. & Fischer, F. (2007). Basics of Computer-Supported Collaborative Learning. *Zeitschrift fur berufs- und Wirtschafts padagogik*. 21, 111-130.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2012). Impact Of An Augmented Reality System On Students' Motivation For A Visual Art Course. *Computers & Education*, 1-11. Elsevier Ltd.
- Dror, I. (2008). Technology Enhanced Learning: The Good, The Bad, And The Ugly. *Pragmatics Cognition*, 2(2), 215 – 223, John Benjamins Publishing Company.
- Dunleavy M, Dede C, Mitchell R (2009) Affordances And Limitations Of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations For Teaching And Learning. *J Sci Educ Technol* 18(1):7–22
- Elliot, S., & Mikulas, C. (2011). Improving Student Science Knowledge and Skills: A Study of the Impact of Augmented-Reality Animated Content on Student Learning. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. 2097-2105
- El Sayed, N. A . M., Zayed, H. H., & Sharawy, M . I. (2011). ARSC: Augmented Reality Student Card- An Augmented Reality Solution For The Education Field. *Computers & Education*, 56(4), 1045– 1061
- Eursch A (2007) Increased Safety For Manual Tasks In The Field Of Nuclear Science Using The Technology Of Augmented Reality. *IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record* 3:2053–2059
- Hamilton, K. & Olenewa, J. (2010). Augmented Reality In Education [PowerPoint slides]. (Atas talian) dari Lecture Notes Online Web site: <http://www.authorstream.com/Presentation/k3hamilton-478823-aug-mented-reality-in-education/> August 12, 2013
- Höllerer TH, Feiner SK (2004) Mobile Augmented Reality. In: Karimi HA, Hammad A (eds) *Telegeoinformatics: location-based computing and services*. CRC Press, 392–421
- Hsiao, K. F. (2010). The Effects Of Augmented Reality On Learning. *Studies in health technology and informatics*, 154, 160-164.
- Hsiao, K.-F., Chen, N.-S., & Huang, S.-Y. (2012). Learning While Exercising For Science Education In Augmented Reality Among Adolescents. *Interactive Learning Environments*, 20(4), 331 – 349.
- Johnson L, Smith R, Willis H, Levine A, Haywood K (2011) The 2011 Horizon Report. *The New Media Consortium*, Austin
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics And Geometry Education With Collaborative Augmented Reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339 – 345
- Keller, J. M ., & Litchfield, B. C. (2002). Motivation And Performance. In R. A . Reiser, & J. V. Dempsey (Eds.), *Trends and issues in instructional design and technology* . New Jersey:Merill Prentice Hall.
- Kerawalla L, Luckin R, Seljeflot S, Woolard A (2006) “Making It Real”: Exploring The Potential Of Augmented Reality For Teaching Primary School Science. *Virtual Real* 10(3–4):136–174
- Kirkley, B. S. E., & Kirkley, J. R. (2004). Creating Next Generation Blended Learning Environments Using Mixed Reality , Video Games and Simulations, *TechTrends* 49(3). 42-53
- Klopfer E, Squire K (2008) Environmental Detectives-The Development Of An Augmented Reality Platform For Environmental Simulations. *Educ Tech Res Dev* 56(2):203–228
- Kotranza, A ., Lind, D. S., Pugh, C. M., & Lok , B. (2009). Real-Time In-Situ Visual Feedback Of Task Performance In Mixed Environments For Learning Joint Psychomotor-Cognitive Tasks. Paper presented at the *8th IEEE international symposium on mixed and augmented reality (ISMAR)*, 125 – 134
- Klopfer, E., & Yoon, S. (2004). Developing Games And Simulations For Today And Tomorrow's Tech Savvy Youth. *TechTrends*, 49(3), 41-49
- Koong Lin HC, Hsieh MC, Wang CH, Sie ZY, Chang SH (2011) Establishment And Usability Evaluation Of An Interactive AR Learning System On Conservation Of Fish. *Turk Online J Edu Technol* 10(4):181–187
- Kreijns, K., Van Acker, F., Vermeulen, M., & van Buuren, H. (2013). What Stimulates Teachers To Integrate ICT In Their Pedagogical Practices? The Use Of Digital Learning Materials In Education. *Computers In Human Behavior*, 29(1), 217-225
- Liu, W., Cheok, A. D., Mei-Ling, C. L., & Theng, Y. L. (2007). Mixed Reality Classroom: Learning From Entertainment. In *Proceedings of the 2nd international conference on Digital interactive media in entertainment and arts*, 65-72.
- Ludwig C, Reimann C (2005) Augmented Reality: Information At Focus. *Cooperative computing & communication laboratory* 4(1)
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New Technology Trends In Education: Seven Years Of Forecasts And Convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893 – 1906
- Mehler-Bicher A, Reiß M, Steiger L (2011). Augmented reality: Theorie und Praxis. Oldenbourg, München

- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A Class Of Displays On The Reality– Virtuality Continuum. *Proceedings the SPIE: Telem manipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282 – 292.
- New Media Consortium (NMC) (2010) The 2010 horizontal report. (Atas talian) dari <http://wp.nmc.org/horizon2010/> August 5, 2013
- New Media Consortium (NMC) (2011) The 2011 horizontal report. (Atas talian) dari <http://wp.nmc.org/horizon2011/> August 5, 2013
- New Media Consortium (NMC) (2012) The 2012 horizontal report. (Atas talian) dari <http://www.nmc.org/publications/horizon-report-2012-highered-edition> August 5, 2013
- Nischelwitzer, A., Lenz, F. J., Searle, G., & Holzinger, A. (2007). Some Aspects Of The Development Of Low-Cost Augmented Reality Learning Environments As Examples For Future Interfaces In Technology Enhanced Learning. In *Universal access in human-computer interaction. Applications and services*, 728-73
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., Camahort, E., & Valencia, U. P. D. (2008). Collaborative Augmented Reality for Inorganic Chemistry Education., *WSEAS / IASME International Conference On Engineering Education* (EE'08), 271-277
- O'Shea P, Dede C, Cherian M (2011) The Results Of Formatively Evaluating An Augmented Reality Curriculum Based On Modified Design Principles. *Int J Gaming Comput Mediat Simul* 3(2): 57–66
- Pence HE (2011). Smartphones, Smart Objects, And Augmented Reality. *Ref Libr* 52(1):136–145
- Roca, J. C., & Gagné, M. (2008). Understanding E-Learning Continuance Intention In The Workplace: A Self-Determination Theory Perspective. *Computers in Human Behavior*, 24, 1585–1604.
- Rosenbaum E, Klopfer E, Perry J (2007) On Location Learning: Authentic Applied Science With Networked Augmented Realities. *J Sci Educ Technol* 16(1):31–45
- Salvador-Herranz, G., Pérez-López, D., Alcañiz, M., & Contero, M. (2011). Augmented Reality At The Primary School: A Pilot Study On A Natural Sciences Course. In *Proceedings of the AcrossSpaces11 Workshop in conjunction with the EC-TEL 2011, Palermo*, 29.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using Augmented Reality For Teaching Earth-Sun Relationship To Undergraduate Geography Students. *The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, 1-8
- Shelton B, Stevens R (2004) Using Coordination Classes To Interpret Conceptual Change In Astronomical Thinking. In: Kafai Y, Sandoval W, Enyedy N, Nixon A, Herrera F (eds) *Proceedings of the 6th international conference for the learning sciences*. Lawrence Erlbaum & Associates, Mahwah, N
- Singh, S., Lewis, R. L., Barto, A. G., & Sorg, J. (2010). Intrinsically Motivated Reinforcement Learning: An Evolutionary Perspective. *Autonomous Mental Development, IEEE Transactions on*, 2(2), 70-82.
- Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2008). Visualizing The Invisible: Augmented Reality As An Innovative Science Education Scheme. *Advanced Science Letters*, 1, 114– 122
- Squire, K., & Jan, M. (2007). Mad City Mystery: Developing Scientific Argumentation Skills With A Place-Based Augmented Reality Game On Handheld Computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16 (1), 5 – 29.
- Yelland, N. Griesshaber, S., Strokes, J., & Masters, J. (1997). Integrating Technology, Teaching And Learning With Early Childhood Professionals. *Proceeding of SITE 97*. (atas talian) http://www.coe.uh.edu/insite/elec_pub/HTML_1997_16_August_2013.
- Zhou F, Duh H-L, Billingham M (2008). Trends In Augmented Reality Traching, Interaction And Display: A Review Of Ten Years In ISMAR. In: *Proceedings from ISMAR 7th IEEE/ACM international symposium: Mixed and Augmented Reality*. Cambridge: IEEE, 193–202